

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Ergonomi

Ergonomi diambil dari bahasa Yunani , *ergon* dan *nomos* yang artinya hukum atau aturan, Secara harafiah ergonomi dapat diartikan sebagai peraturan tentang bagaimana melakukan pekerjaan termasuk sikap kerja . dengan perkembangan kesehatan dalam kerja maka hal ini mengatur antara manusia, sebagai tenaga kerja dan mesin dan alat yang digunakan untuk bekerja menjadi ilmu sendiri. (Nurmianto 1996).

Ergonomi umumnya diterapkan dalam beberapa konsep yaitu : *design* dan *redesign* atau merancang dan melakukan perancangan ulang. Hal ini dapat meliputi perkakas kerja, bangku kerja , pagangan alat, alat peraga , system pengendali dan lain sebagainya, ergonomi juga dimanfaatkan penerapannya untuk desain dan perancangna produk. Produk produk ini haruslah dapat dengan mudah diterapkan pada sejumlah populasi masyarakat tertentu tanpa mengakibatkan resiko penggunaanya. (Nurmianto 1996).

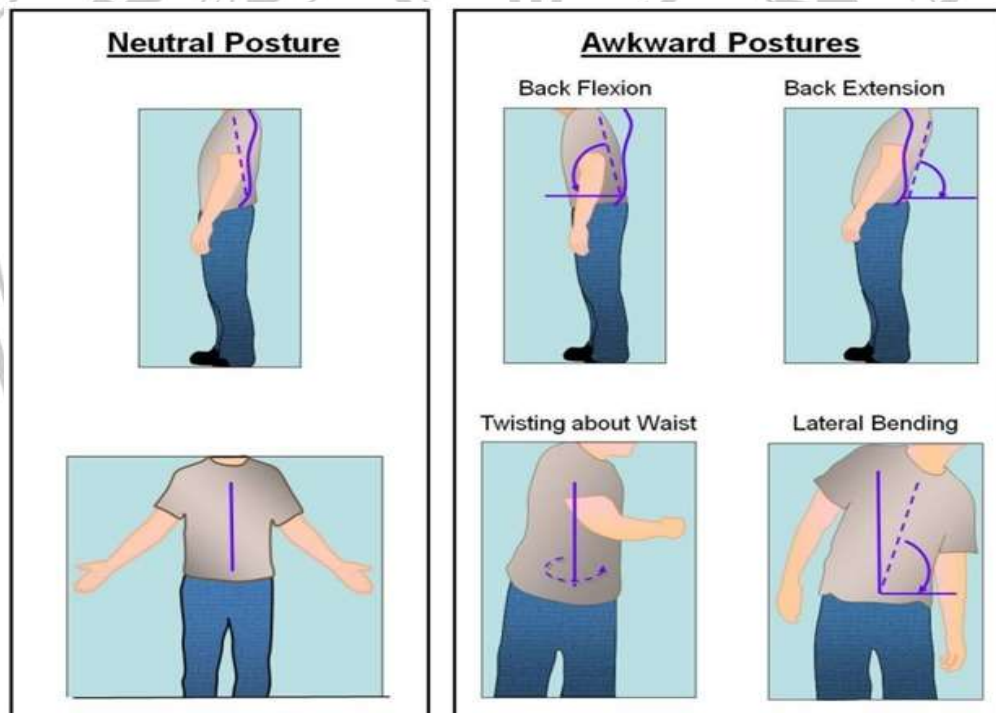
Ergonomi memiliki peran yang besar. Banyak dari berbagai sektor bidang pekerjaan menggunakan ergonomi. Ergonomi sendiri diterapkan didunia kerja agar tercipta lingkungan yang nyaman bagi perkerja. Dengan adanya rasa nyaman maka diharapkan produktivitas kerja semakin meningkat.

2.1.1 Faktor Resiko Ergonomi

Faktor-faktor risiko ergonomic adalah aspek-aspek pekerjaan atau tugas yang memberikan tekanan biomekanis berlebihan pada pada pekerja. OSHA membahas sejumlah besar bukti yang mendukung temuan bahwa faktor risiko ergonomis di tempat kerja dapat menyebabkan atau berkontribusi pada risiko penyebab MSD (Buckle). Bukti ini, yang meliputi ribuan studi epidemiologi, studi laboratorium, dan ulasan dari bukti ilmiah yang ada oleh NIOSH dan National Academy of Science, menunjukkan bahwa faktor-faktor risiko ergonomis berikut yang paling mungkin menyebabkan atau berkontribusi pada MSDs (ehs.iastate.edu 2019) :

- Postur canggung

Postur canggung mengacu pada posisi tubuh yang menyimpang secara signifikan dari posisi netral sementara melakukan aktivitas kerja. Ketika berada dalam posisi yang canggung, otot-otot bekerja dengan kurang efisien dan Anda mengeluarkan lebih banyak kekuatan untuk menyelesaikan tugas. Contoh postur canggung adalah memutar, membungkuk, meraih, menarik atau mengangkat. Contoh posisi yang canggung (BAuA) lainnya postur bekerja dengan tangan Anda di atas kepala Anda, siku Anda di atas bahu Anda, bekerja dengan Anda leher atau punggung ditekuk lebih dari 30 derajat tanpa dukungan dan tanpa kemampuan untuk mengubah postur tubuh.



Gambar 2. 1 Posisi Canggung (BAuA)

- Pengulangan (*Repetitive Task*)

Banyak pekerjaan yang melibatkan pengulangan dari pekerjaan yang sama berulang kali terlihat bahkan pada pengamatan sepiantas: pekerjaan perakitan di mana gerakan diulang setiap

beberapa detik, pekerjaan pemrosesan data, operator perakitan pabrik, penyortiran surat dan paket. Pekerjaan gerakan berulang mencakup kinerja gerakan identik berulang-ulang, tetapi juga mencakup pengulangan beberapa tugas di mana gerakan setiap pekerjaan sangat mirip dan melibatkan otot dan jaringan yang sama.

- **Postur statis**

Postur statis adalah postur dimana sebagian besar tubuh tidak aktif atau hanya sedikit terjadi pergerakan. Postur statis dalam waktu lama dapat menyebabkan kontraksi otot terus menerus dan tekanan pada anggota tubuh. (Bridger 2008)



Gambar 2. 2 Contoh postur kerja statis

2.1.2 Antropometri

Antropometri adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan tubuh manusia, yaitu ukuran, bentuk dan kekuatan. Penerapan data ini adalah untuk penanganan masalah desain peralatan maupun ruang kerja. Hal-hal yang berkaitan dengan dimensi manusia

meliputi keadaan, frekwensi dan kesulitan sikap badan, syarat-syarat untuk memudahkan bergerak (Stevenson 1989). Data antropometri akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal berikut:(Surya, Wardah et al. 2013)

1. Perancangan areal kerja (work station, interior mobil, dll);
2. Perancangan peralatan kerja (perkakas, mesin, dll);
3. Perancangan produk-produk konsumtif (pakaian, tempat duduk, meja, dll);
4. Perancangan lingkungan kerja fisik.

Terdapat prosedur yang dapat diikuti dalam penerapan data antropometri pada proses perancangan, yaitu :(Wickens, Gordon et al. 1998).

1. Tentukan populasi pengguna rancangan produk atau stasiun kerja. Orang yang berbeda pada kelompok umur akan berbeda karakteristik fisik kebutuhannya. Begitu juga untuk kelompok gender, ras, kelompok etnis, penduduk sipil atau militer.
2. Tentukan dimensi tubuh yang diperkirakan penting dalam perancangan (sebagai contoh : tinggi mata duduk, lebar pinggul, tinggi jari kaki dan sebagainya). Misalnya untuk perancangan pintu masuk harus dipertimbangkan tinggi badan dan lebar bahu maksimal dari pengguna, sedangkan rancangan tempat duduk harus mengakomodasikan lebar pinggul pengguna.
3. Pilihlah presentase populasi untuk diakomodasikan dalam perancangan. Hal yang tidak mungkin bahwa suatu rancangan dapat mengakomodasi 100% populasi pengguna.
4. Untuk masing-masing dimensi tubuh tentukan nilai persentil yang relevan dengan melihat tabel antropometri. Jika nilai persentil pada tabel tidak tersedia maka gunakan nilai rata-rata (mean) dan simpang baku (standart deviation) dimensi dari data antropometri.
5. Berikan kelonggaran pada data yang ada jika diperlukan. Pakaian merupakan salah satu yang harus dipertimbangkan dalam membuat

kelonggaran. Kelonggaran perlu juga dilakukan untuk perlengkapan seperti sepatu, sarung tangan, masker dan sebagainya.

6. Gunakan Mock-ups atau simulator untuk melakukan uji rancangan. Para perancang perlu untuk mengevaluasi apakah rancangan sesuai dengan kebutuhan atau tidak. Untuk itu dapat menggunakan mock-ups atau simulator dalam menguji rancangan dengan mengambil sampel pengguna untuk melakukan simulasi.

2.1.3 BioMekanika

Biomekanika adalah suatu ilmu pengetahuan yang merupakan kombinasi dari ilmu fisika (khususnya mekanika) dan teknik, berdasar pada biologi dan juga pengetahuan lingkungan. Gerakan manusia adalah ilmu yang menyelidiki, menggambarkan dan menganalisis gerakan manusia (Wignjosoebroto, Gunani et al. 2012).

Biomekanika diklasifikasikan menjadi 2, yaitu :

A. *General Biomechanic* adalah bagian dari Biomekanika yang berbicara mengenai hukum – hukum dan konsep – konsep dasar yang mempengaruhi tubuh organic manusia baik dalam posisi diam maupun bergerak. Dibagi menjadi 2, yaitu:

a) *Biostatics* adalah bagian dari biomekanika umum yang hanya menganalisis tubuh pada posisi diam atau bergerak pada garis lurus dengan kecepatan seragam (uniform).

b) *Biodinamic* adalah bagian dari biomekanik umum yang berkaitan dengan gambaran gerakan – gerakan tubuh tanpa mempertimbangkan gaya yang terjadi (kinematik) dan gerakan yang disebabkan gaya yang bekerja dalam tubuh (kinetik) (Tayyari and Smith 1997).

Occupational Biomechanic Didefinisikan sebagai bagian dari biomekanik terapan yang mempelajari interaksi fisik antara pekerja dengan mesin, material dan peralatan dengan tujuan untuk meminimumkan keluhan pada system kerangka otot agar produktifitas kerja dapat meningkat. Setelah melihat klasifikasi diatas maka dalam praktikum kita ini dapat kita

kategorikan dalam Biomekanik *Occupational Biomechanic*. Untuk leebih jelasnya disini akan kita bahas tentang anatomi tubuh yang menjadi dasar perhitungan dan penganalisaan biomekanik.(Tayyari and Smith 1997)

2.2 Postur Kerja

Postur kerja merupakan titik penentu dalam menganalisa keefektifan dari suatu pekerjaan. Apabila postur kerja yang dilakukan oleh operator sudah baik dan ergonomis maka dapat dipastikan hasil yang diperoleh oleh operator tersebut akan baik. Akan tetapi bila postur kerja operator tersebut tidak ergonomis maka operator tersebut akan mudah kelelahan. Apabila operator mudah mengalami kelelahan maka hasil pekerjaan yang dilakukan operator tersebut juga akan mengalami penurunan dan tidak sesuai dengan yang diharapkan (Susihono and Prasetyo 2012).

Kerja Postur atau sikap kerja merupakan suatu tindakan yang diambil pekerja dalam melakukan pekerjaan (Nurmianto 2004). Terdapat 3 klasifikasi sikap dalam bekerja, yaitu :

1. Sikap Kerja Duduk

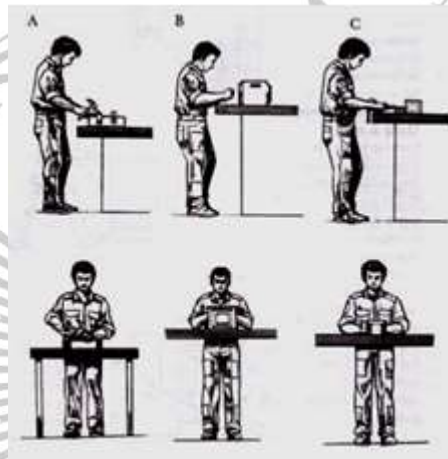
Menjalankan pekerjaan dengan sikap kerja duduk menimbulkan masalah musculoskeletal terutama masalah punggung karena terdapat tekanan pada tulang belakang. keuntungan bekerja dengan sikap kerja duduk adalah mengurangi beban statis pada kaki dan berkurangnya pemakaian energi. (Nurmianto 2004)



Gambar 2. 3 Sikap Kerja Duduk

2. Sikap Kerja Berdiri

Sikap kerja berdiri merupakan sikap siaga baik sikap fisik maupun mental, sehingga aktivitas kerja dilakukan lebih cepat, kuat dan teliti namun berbagai masalah bekerja dengan sikap kerja berdiri dapat menyebabkan kelelahan, nyeri dan terjadi fraktur pada otot tulang belakang. (Nurmianto 2004)



Gambar 2. 4 Sikap Kerja Berdiri

3. Sikap Kerja Duduk Berdiri

Sikap kerja duduk berdiri merupakan kombinasi kedua sikap kerja untuk mengurangi kelelahan otot karena sikap dalam satu posisi kerja. Posisi duduk berdiri merupakan posisi yang lebih baik dibandingkan posisi duduk atau posisi berdiri saja. Penerapan sikap kerja duduk berdiri memberikan keuntungan di sektor industry dimana tekanan pada tulang belakang dan pinggang 30 % lebih rendah dibandingkan dengan posisi duduk maupun berdiri saja secara terus menerus (Pramestari 2017).



Gambar 2. 5 Sikap Kerja Duduk Berdiri

2.3 Muskuloskeletal Disorders (MSDs)

Gangguan muskuloskeletal termasuk berbagai macam kondisi inflamasi dan degeneratif yang mempengaruhi otot, tendon, ligamen, sendi, saraf tepi, dan mendukung pembuluh darah. (Punnett and Wegman 2004). Sementara itu, cedera tulang bisa berupa memar, patah mikro, patah tulang, atau tulang bengkok. MSD terjadi dalam dua cara, yaitu kelelahan dan kelelahan konstan yang disebabkan oleh frekuensi durasi Panjang upaya berotot, dan cedera mendadak yang disebabkan oleh aktivitas yang parah atau gerakan yang tidak terduga. (Setyanto, Efranto et al. 2015) MSD mempengaruhi semua industri dan tempat kerja, dan ada bukti bahwa pendekatan sistem ergonomi berdasarkan pada model partisipatif yang menjadi salah satu solusi yang dianggap penting (Buckle 2005). Keluhan dari muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan yang sangat ringan sampai sangat sakit. (Tarwaka and Bakri 2010). Keluhan musculoskeletal disebabkan karena kerja otot atau fisik menurun sehingga menimbulkan rasa pegal atau nyeri atau tremor pada otot. Keluhan musculoskeletal ditandai berkurangnya kemampuan otot untuk mengangkat beban, kontraksi dan relaksasi menjadi lebih lambat dan jarak antara rangsangan dan mulainya kontraksi menjadi lebih Panjang (Suma'mur 2014) Sebuah metode semi-kuantitatif yang mengevaluasi potensi terjadinya lelah otot pada sebagian besar bagian tubuh melalui penilaian berdasarkan tingkat usaha suatu pekerjaan, durasi usaha yang kontinu, dan frekuensi usaha. Bila terjadi kelelahan otot, maka cedera akan lebih mudah terjadi. Bagian tubuh yang berpotensi mengalami lelah otot dikelompokkan menjadi low, moderate, dan high sehingga

dapat teridentifikasi prioritas penanganan untuk menghindari cedera otot. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon (Tarwaka and Bakri 2010). Secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :

1. Keluhan sementara (reversible) yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan.
2. Keluhan menetap (persistent) yaitu keluhan otot yang bersifat menetap, walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot terus berlanjut. (Masâ, Fatmawati et al. 2019)

Ergonomi juga berperan penting untuk MSD Ini ditunjukkan oleh elemen yang diidentifikasi untuk intervensi ergonomis itu termasuk: komitmen dari manajemen, keterlibatan pekerja, penilaian risiko, langkah-langkah pengendalian dan instruksi dan pelatihan sebagai strategi pencegahan di tingkat lokal.(Buckle 2005)

2.3.1 Keluhan Muskuloskeletal

Keluhan muskuloskeletal adalah serangkaian sakit pada tendon, otot, dan saraf. Aktivitas dengan tingkat pengulangan tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan sehingga dapat menimbulkan rasa nyeri dan rasa tidak nyaman pada otot. (Santosa and Ariska 2018). Keluhan muskuloskeletal merupakan keluhan pada bagian otot-otot skeletal yang dirasakan seseorang mulai dari keluhan yang sangat ringan sampai berat. Jika kondisi ini terjadi dalam waktu yang lama dapat menyebabkan sakit permanen pada otot, sendi dan ligament (Rahayu 2012).

Sikap kerja atau kondisi kerja yang tidak ergonomis pada akhirnya dapat menimbulkan keluhan-keluhan seperti gangguan pada sistem musculoskeletal (Manuaba 1990). Sikap kerja tersebut jelas akan menyebabkan beban postural yang berat. Jika beban postural ini terjadi dalam jangka waktu yang lama, maka akan menimbulkan postural strain

yang merupakan beban mekanik statis bagi otot. Kondisi ini akan mengurangi aliran darah ke otot sehingga terjadi gangguan keseimbangan kimia di otot yang bermuara kepada terjadinya kelelahan otot (Pheasant 1991).

Nyeri/sakit yang dikeluhkan disini adalah kondisi atau pengalaman sensoris dan emosional tidak menyenangkan yang disertai oleh kerusakan jaringan secara potensial dan aktual. Nyeri sering dilukiskan sebagai suatu yang berbahaya (noksius, protofatik) atau yang tidak berbahaya (non noksius, epikritik) misalnya: sentuhan ringan, kehangatan, tekanan ringan (Hirsh, Atchison et al. 2005).. Nyeri diklasifikasikan atas dua bagian, yaitu (1) Nyeri akut dan (2) Nyeri kronis. Nyeri akut dapat dideskripsikan sebagai suatu pengalaman sensori, persepsi, dan emosional yang tidak nyaman yang berlangsung dari beberapa detik hingga enam bulan, yang disebabkan oleh kerusakan jaringan. Nyeri akut biasanya mempunyai awitan yang tiba-tiba dan umumnya berkaitan dengan cedera spesifik. Nyeri kronik merupakan nyeri berulang yang menetap dan terus menerus yang berlangsung selama enam bulan atau lebih. Nyeri kronis dapat tidak mempunyai awitan yang ditetapkan dengan tepat dan sering sulit untuk diobati karena biasanya nyeri ini tidak memberikan respon terhadap pengobatan yang diarahkan pada penyebabnya.(Hirsh, Atchison et al. 2005)

2.4 Nordic Body Map

Salah satu tools yang digunakan untuk mengetahui gambaran Musculoskeletal Disorders merupakan kuesioner Nordic Body Map. Nordic Body Map merupakan kuesioner berupa peta tubuh yang berisikan data bagian tubuh yang dikeluhkan oleh para pekerja. Kuesioner Nordic Body Map adalah kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidak nyamanan pada para pekerja, dan kuesioner ini paling sering digunakan karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi.(Karl, Henrike et al. 2001)

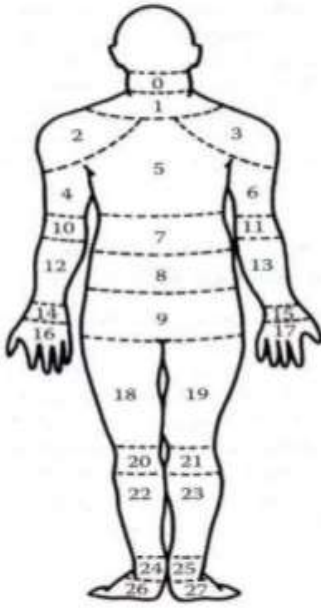
Kuesioner ini menggunakan gambar tubuh manusia yang sudah dibagi menjadi 9 bagian utama, yaitu :

- 1) Leher

- 2) Bahu
- 3) Punggung bagian atas
- 4) Siku
- 5) Punggung bagian bawah
- 6) Pergelangan tangan/tangan
- 7) Pinggang/pantat
- 8) Lutut
- 9) Tumit/kaki

NORDIC BODY MAP QUESTIONARE

Anda diminta untuk menilai apa yang anda rasakan pada bagian tubuh yang ditunjukkan pada gambar. Apakah bagian tubuh yang sudah diberikan nomor tersebut tidak terasa sakit (pilih A), sedikit sakit (pilih B), sakit (pilih C) dan sangat sakit (pilih D). Pilih dengan memberikan tanda √ pada kolom huruf pilihan anda.

No.	Lokasi	Tingkat Kesakitan				Peta Bagian Tubuh
		A	B	C	D	
0	Sakit / kaku pada leher atas					
1	Sakit pada leher bawah					
2	Sakit pada bahu kiri					
3	Sakit pada bahu kanan					
4	Sakit pada lengan atas kiri					
5	Sakit pada punggung					
6	Sakit pada lengan atas kanan					
7	Sakit pada pinggang					
8	Sakit pada pantat (buttock)					
9	Sakit pada pantat (bottom)					
10	Sakit pada siku kiri					
11	Sakit pada siku kanan					
12	Sakit pada lengan bawah kiri					
13	Sakit pada lengan bawah kanan					
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri					
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan					
16	Sakit pada tangan kiri					
17	Sakit pada tangan kanan					
18	Sakit pada paha kiri					
19	Sakit pada paha kanan					
20	Sakit pada lutut kiri					
21	Sakit pada lutut kanan					
22	Sakit pada betis kiri					
23	Sakit pada betis kanan					
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri					
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan					
26	Sakit pada kaki kiri					
27	Sakit pada kaki kanan					

Gambar 2. 6 Kuesioner Nordic Body Map

Dengan melihat dan menganalisis peta tubuh (NBM) dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan pekerja (Tarwaka and Sudiajeng 2004). NBM sangat sederhana namun kurang teliti dikarenakan mengandung subjektivitas tinggi. Untuk mengurangi subjektivitas lakukan pengisian kuesioner sebelum dan sesudah melakukan aktivitas kerja (pre and post test). Sakit disini merupakan kondisi yang lebih kearah nyeri, yang dimaksud disini adalah rasa sakit atau nyeri yang dirasakan oleh operator sesudah melakukan pekerjaan ataupun sebelum bekerja

2.5 PERA (Postural Ergonomic Risk Assesment)

Ada banyak metode untuk menilai risiko ergonomis di tempat kerja. Namun, sebagian besar metode tidak dimaksudkan untuk digunakan untuk menilai pekerjaan siklus atau berulang. (PERA), adalah salah satu metode untuk mengevaluasi risiko postural . Nilai tambah dari metode ini adalah menyediakan analisis dari setiap tugas kerja dalam siklus kerja, yang memberikan fasilitas identifikasi sumber risiko tinggi bagi operator (Chander and Cavatorta 2017). parameter yang dipertimbangkan dalam PERA adalah postur, gaya, dan durasi, dan mereka dibagi menjadi tiga tingkat permintaan resiko rendah, resiko sedang, resiko tinggi.

Tabel 2. 1 Rating Factor PERA

			Low Risk (1 Point)	Medium Risk (2 Point)	High Risk (3 Point)
Postur tubuh		Condong ke depan	0-20 derajat dengan dukungan tubuh	20-60 derajat	lebih dari 60 derajat
			20-60 derajat dengan dukungan tubuh	-	-
bahu		Condong ke belakang	dengan bantuan tubuh	-	tidak ada bantuan tubuh
		posisi berputar	-	putaran 0-10 derajat	berputar lebih dari 10 derajat
		posisi lainnya	-	-	tulang belakang tertekuk
		Posisi menekuk	0-20 derajat	20-60 derajat	lebih dari 60 derajat
kepala dan leher			20-60 derajat dengan dukungan lengan	-	-
		Extension/ gerakan tambahan	-	-	lebih dari 0 derajat
bagian tubuh lain		posisi dari membukuk ke lurus	-	-	lebih dari 40 derajat
		Condong ke depan	0-25 derajat	25-40 derajat	tidak ada bantuan tubuh
		Condong ke belakang	-	dengan bantuan tubuh	condong berlawanan lebih dari 10 derajat
		Posisi berputar	-	berputar berlawanan arah dari objek 0-10 derajat	berputar lebih dari 45 derajat
		siku menekuk	0-20 derajat	berputar dari objek 0-45 derajat	lebih dari 60 derajat
		sudut lutut ketika duduk	90-135 derajat	20-60 derajat	kurang dari 90 derajat atau lebih dari 135 derajat
Durasi		Persentase dari waktu siklus	0%-10%	10%-20%	lebih dari 20%
Gaya		usaha ekstra	tidak terlihat contoh : manipulasi dari objek ringan	terlihat contohnya: gerakan tidak sulit dan terkontrol, menggunakan kedua tangan saat pekerjaan tidak terlalu sulit	Terlihat jelas contoh : Kontrol lebih rendah atas gerak, otot menggembung, ekspresi wajah, gerakan dan getaran dari perkakas yang menimbulkan guncangan atau impuls (seperti dari palu)

Penerapan PERA membutuhkan langkah-langkah umum berikut ini:

1. Bagi siklus kerja menjadi tugas yang berbeda, ditandai dengan postur yang berbeda atau konten pekerjaan.
2. Hitung persentase durasi tugas pekerjaan dengan mempertimbangkan waktu siklus

3. Amati setiap tugas kerja untuk postur operator dan kekuatan yang diterapkan oleh operator.
4. Untuk setiap tugas kerja, klasifikasikan pengamatan postur, kekuatan, dan durasi menjadi salah satu dari tiga tingkat permintaan (risiko rendah, risiko sedang atau risiko tinggi) untuk setiap parameter, seperti dijelaskan dalam gambar 2.2)
5. Secara umum, untuk pengamatan postur, kekuatan dan lamanya pekerjaan dibagi menjadi risiko rendah, sedang, dan tinggi, tentukan skor 1, 2 dan 3 poin, masing-masing, untuk setiap parameter. Dalam hal tingkat risiko perubahan postur selama tugas kerja, skor harus mempertimbangkan waktu rata-rata poin yang sesuai dengan perbedaan tingkat risiko dalam tugas kerja yang sama
6. Hitung skor untuk setiap tugas kerja dengan mengalikan skor dari tiga parameter untuk tugas kerja yang sesuai.

Dengan Rumusan :

$$WorkTaskScore, T_i = (Posture)_i \times (Force)_i \times (Duration)_i \quad (1)$$

7. Hitung skor keseluruhan untuk siklus kerja sebagai rata-rata skor yang diperoleh dari semua tugas kerja yang membentuk. Skor siklus kerja keseluruhan

Dengan Rumusan :

$$OverallWorkCycleScore, A = (\sum T_i) / n \quad (2)$$

Di mana, n = jumlah tugas kerja yang dipertimbangkan untuk skor akhir.

2.5.1 Cube Methods

Cube Method diusulkan untuk memvisualisasikan hubungan antara dimensi waktu, gaya dan presisi di situasi kerja yang berbeda dengan alat bantu manual. Metode PERA (Postural Ergonomic Risk Assessment) sendiri adalah adaptasi dari metode kubus (*cube methods*). Metode kubus (*Cube Method*) digunakan untuk mengevaluasi risiko akibat pekerjaan dengan menggunakan alat bantu seperti obeng, tang dan lain sebagainya (Sperling, Dahlgren et al. 1993, Kadeffors 1997). Ada dua versi dari metode kubus yaitu dengan gambaran pada tabel 2.1, yaitu secara konseptual, kedua metode mempertimbangkan tiga parameter untuk penilaian dan membaginya menjadi tiga tingkatan permintaan, menghasilkan 27 kemungkinan kombinasi tingkat permintaan. Perbedaan utama dalam kedua metode ini adalah cara mereka menilai suatu situasi. (Chander and Cavatorta 2017). *Cube method* juga memfasilitasi definisi kebutuhan pengguna dan, secara kesatuan dan lebih efektif, pengembangan produk yang ditingkatkan. Nilai menggunakan grafis model sebagai bantuan dalam pengembangan produk terintegrasi ditunjukkan dalam metode kualitas modern, seperti QFD (*quality function deployment*).

Tabel 2. 2 Perbandingan *cube methods*

	Sperling Method	Kadeffors Method
Bidang pengaplikasian	Bekerja dengan alat bantu	Evaluasi dari pekerjaan ditempat kerja
Parameters	Gaya, Presisi dan waktu	F (gaya), P (postur), T (Waktu)
Level permintaan	Rendah, sedang, tinggi	Low (1 poin), Medium (2 poin), High (3 poin)
Model untuk klasifikasi	kombinasi yang mungkin dari klasifikasi individu	perkalian model (F x P x T) dengan penerimaan sesuai kriteria bergantung pada score

Tabel 2. 3 klasifikasi hasil skor PERA

Kombinasi dari parameter			skor dari multiplikasi model PERA	Klasifikasi
L= Low, M= Medium, H= high				
L	L	L	1 X 1 X 1 = 1	Acceptable
L	L	M	1 X 1 X 2 = 2	Acceptable
L	L	H	1 X 1 X 3 = 3	Further Investigation
L	M	M	1 X 2 X 2 = 4	Acceptable
L	M	H	1 X 2 X 3 = 6	Further Investigation
M	M	M	2 X 2 X 2 = 8	Acceptable
L	H	H	1 X 3 X 3 = 9	Further Investigation
M	M	H	2 X 2 X 3 =12	Further Investigation
M	H	H	2 X 3 X 3 = 18	Unacceptable
H	H	H	3 X 3 X 3 =27	Unacceptable

2.6 Key Indicator Methods

Menurut Petunjuk Dewan Eropa 89/391 / EEC tanggal 12 Juni 1989 tentang pengenalan langkah-langkah untuk mendorong peningkatan keselamatan dan kesehatan pekerja di tempat kerja, pemberi kerja harus melakukan penilaian risiko terhadap keselamatan dan kesehatan di tempat kerja, termasuk risiko-risiko dimana kelompok pekerja terpapar (Klußmann, Gebhardt et al. 2012). Penilaian tugas kerja manual ini sangat penting untuk memperkirakan risiko kesehatan karyawan yang terpapar. Untuk tugas-tugas kerja ini, metode baru untuk penilaian kondisi kerja dikembangkan oleh Institut Federal untuk Keselamatan dan Kesehatan Kerja (BAuA) dan dirilis sebagai konsep pada tahun 2007 (Steinberg and Arbeitsmedizin 2007). Rancangan dari apa yang disebut *Key Indicator Methods* untuk Operasi Penanganan Manual (KIM-MHO) dikembangkan dalam analogi dengan KIM yang ada untuk Mengangkat / Memegang / Membawa (KIMLHC) dan Menarik / Mendorong (KIM-PP) dari muatan. (Klußmann, Gebhardt et al. 2012).

Tujuan KIM adalah untuk mendokumentasikan indikator beban kerja fisik utama dengan mudah dan sebisa mungkin, membuat korelasi antara aktivitas dan beban kerja fisik menjadi jelas, serta menghitung nilai kemungkinan kelelahan fisik.

Key Indicator methods diklasifikasikan dalam skala yang berbeda.(BAuA 2019) Dengan mengalikan nilai skala dari durasi harian dari kegiatan (1) dengan jumlah skala lainnya skor (2 hingga 6), nilai total dapat dihitung. Ini skor dapat dialokasikan ke rentang risiko: paparan rendah situasi di mana kelebihan fisik tidak mungkin terjadi (<10 poin), situasi dengan peningkatan (10 - <25 poin) dan paparan yang sangat meningkat (25 - <50 poin), hingga kondisi di mana kelebihan fisik sangat mungkin terjadi dengan kemungkinan kebutuhan untuk mendesain ulang tempat kerja (> = 50 poin) (Klußmann, Gebhardt et al. 2012).

Tabel 2. 4 KIM APB






KIM for assessing and designing physical workloads with respect to Awkward Body Postures (KIM-ABP)			
Workplace/sub-activity:			
Duration of the working day:		Evaluator:	
Duration of the sub-activity:		Date:	







1st step: Determination of time rating points

Total duration of this sub-activity per working day [up to ... hours]	up to 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Time rating points:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2nd step: Determination of the rating points for other indicators

A	Loads on the back – body posture when working without or with low force exertion	Amount of time as part of the subactivity				Points
		up to 1/4 occasionally	up to 1/2 frequently	up to 3/4 predominantly	> 3/4 constantly	

	1	Upright back posture in a standing, squatting or kneeling position ¹⁾ , also interrupted by walking a few steps or by body movements (trunk can be inclined forward up to 20°) e.g. sales personnel, machine operators	2	4	6	8	
	2	Torso being moderately inclined forward (> 20-60°) in a standing, squatting or kneeling position ¹⁾ or inclined backward e.g. sorting conveyors for baked goods	7	15	22	30	
	3	Torso being severely inclined forward (> 60°) in a standing, squatting or kneeling position ¹⁾ - e.g. steel fixers	10	20	30	40	
	4	Sitting in forced postures, torso being moderately to severely inclined forward, mostly looking permanently towards the work area - e.g. working at a microscope, driving cranes, endoscopy (medicine), also sitting on the floor	3	6	9	12	
	5	Sitting in a variable sitting posture e.g. office work (administration)	2	4	6	8	
			0.5	1	1.5	2	
¹⁾ Please note: For hand/arm postures, also complete Part B where applicable! If the work is carried out in a squatting and kneeling position, Part C is also to be completed!			Total of risk scores A Back:				

B	Loads on shoulders and upper arms when working without or with low force exertion ²⁾		Amount of time as part of the sub-activity				Points
			up to 1/4	up to 1/2	up to 3/4	> 3/4	
	1 Arms raised, hands above shoulder level in a standing, squatting or kneeling position e.g. dry construction, interior design, electrical installation, installation of ventilations systems, skilled manual assembly work, servicing		10	20	30	40	
	2 Arms raised, hands below shoulder level or at a distance from the body in a standing, squatting or kneeling position without the arms being supported, e.g. sorting activities at sorting conveyors		6	12	18	24	
 	3 Lying on the back, arms over head, e.g. ceiling painting, assembly work, ship's bottom, tank construction Lying prone, arms in front of / below the body, e.g. harvesting equipment ("flyers"), assembly work		7	14	21	28	
Remaining time	Portion of the assessment period without posture loads of the shoulders/arms		0	0	0	0	
²⁾ Please note: If there are physical workloads of the hand/arm system, this sub-activity should also be evaluated using the KIM-MHO. Total of risk scores B Shoulders and upper arms:							
C	Loads on knees/legs when working without or with low force exertion		Amount of time as part of the sub-activity				Points
			up to 1/4	up to 1/2	up to 3/4	> 3/4	
	1 Constant standing, also interrupted by walking a few steps, e.g. sales personnel, machine operators	2	4	6	8		
	2 Kneeling, squatting or sitting cross-legged ³⁾ , e.g. dry construction, interior design, electricians, pipe layers, manual welding, harvesting, flooring/tiling,	10	20	30	40		

	cobbling, skilled manual assembly work and servicing					
Remaining time	Portion of the assessment period without posture loads of the knees	0	0	0	0	

³⁾ If this sub-activity involves crawling, the KIM-BM is also to be used for evaluation.

Total of risk scores		C	Loads on knees / legs:		
Unfavourable working conditions (specify only where applicable)		A Back	B Shoulders/upper arms	C Knees/legs	
Twisting and/or lateral inclination of the trunk identifiable	occasionally	1	0	0	
	frequently to constantly	2	0	1	
Head: Inclined backward and/or severely inclined forward or constantly turning	occasionally or constantly	1	1	0	
Upper body cannot be supported when inclined forward - with the hands, by leaning against something, by means of tools	not possible	2	0	0	
Narrow space for movement	frequently to constantly	2	2	2	
TOTAL of the risk scores for additional loads for block A / B / C					

Further working conditions (specify only where applicable)	A	B	C
Restricted stability, uneven floor	1	1	1
Moisture, cold, strong draughts, drenching of clothes possible	1	1	0
Strong shocks (vibrations) resulting in physical tension ⁴⁾	1	1	0
Very high mental concentration (e.g. recognising objects)	1	1	0
TOTAL of the risk scores for special working conditions for block A / B / C			

None: there are no unfavourable working conditions	()	()	()
--	-----	-----	-----

Langkah 1: Penentuan poin rating waktu :

- Poin rating waktu ditentukan berdasarkan tabel. Total durasi.


Langkah 2: Penentuan poin rating untuk indikator lainnya

- Untuk masing-masing dari 3 wilayah tubuh, ditentukan apakah salah satu postur tubuh harus dianggap sebagai postur satu kali ≥ 1 menit atau postur berulang ≥ 10 detik tanpa gangguan.
- porsi postur yang terjadi selama periode penilaian ("hingga $\frac{1}{4}$ / hingga $\frac{1}{2}$, hingga $\frac{3}{4}$ atau lebih dari $\frac{3}{4}$ dari sub- aktivitas"). Di setiap daerah tubuh (punggung, bahu / lengan atas, lutut / kaki), beberapa postur tubuh dapat diklasifikasikan pada saat bersamaan. Risikonya skor setiap wilayah tubuh dijumlahkan dan beban tambahan serta kondisi kerja dinilai.

Tabel 2. 5 scoring KIM ABP

		+	A	B	C		
		+	Back	Shoulders/upper arms	Knees/legs		
Time rating points	Total of risk					scores in key indicators	
	Unfavourable					working conditions	
	Further					working conditions	
	Total of all indicator rating points						
X Highest risk score						Total risk	

The risk score calculated and the table below can be used as the basis for a rough evaluation:

Risk	Risk range		Intensity of load ^{*)}	a) Probability of physical overload Possible health consequences b)	Measures
	1	<20 points	low	a) Physical overload is unlikely. b) No health risk is to be expected.	None
	2	20 - <50 points	slightly increased	a) Physical overload is possible for less resilient persons. Fatigue, low-grade adaptation problems which can be compensated for during leisure time. b)	For less resilient persons, workplace redesign and other prevention measures may be helpful.
	3	50 - <100 points	substantially increased	a) Physical overload is also possible for normally resilient persons. b) Disorders (pain), possibly including dysfunctions, reversible in most cases, without morphological manifestation	Workplace redesign and other prevention measures should be considered.
	4	≥100 points	high	a) Physical overload is likely. b) More pronounced disorders and/or dysfunctions, structural damage with pathological significance	Workplace redesign measures are necessary. Other prevention measures should be considered.

Langkah 3: Evaluasi dan penilaian :

- Sub kegiatan dievaluasi secara terpisah untuk setiap wilayah badan (total poin penilaian indikator termasuk pekerjaan kondisi dan penggandaan berdasarkan poin rating waktu).
- Skor risiko tertinggi (A, B atau C) menentukan klasifikasi seluruh sub-kegiatan (= skor risiko total). Secara substansial peningkatan risiko di satu wilayah tubuh tidak dapat dikompensasi dengan risiko rendah di wilayah tubuh lain.

Langkah 4: Mendesain ulang tempat kerja dan tindakan pencegahan.

- Dari rentang risiko 3 "meningkat secara substansial", langkah-langkah perancangan ulang tempat kerja serta kolektif dan individu lebih lanjut langkah-langkah pencegahan biasanya diperlukan. Di Jerman,

perawatan medis preventatif sesuai dengan ArbMedVV [Undang-Undang Jerman tentang Perawatan Kesehatan Kerja]

- Desain ulang dan langkah-langkah pencegahan tempat kerja untuk kelompok karyawan yang sangat rentan (mis. Pekerja dengan usia yang masih muda atau orang dengan kinerja yang berubah) harus terlepas dari intensitas beban dan berdasarkan kasus per kasus di mana sesuai, misal, jika karyawan menuntut perawatan medis preventif.
- Dengan memeriksa skor risiko tertinggi dari indikator utama, penyebab peningkatan beban kerja fisik dapat diidentifikasi dan perubahannya. Perlunya mendesain ulang juga harus dipertimbangkan jika indikator individual mencapai poin peringkat maksimum. Apabila diperlukan, indikasi untuk pembatasan kelayakan sehubungan dengan poin penilaian untuk masing-masing indikator harus dipertimbangkan.